

Lens system for a cathode ray tube projection systemPatent Number: ☐ US4824224

Publication date: 1989-04-25

Inventor(s): FUKUDA KYOHEI (JP); YOSHIKAWA HIROKI (JP); MORI SHIGERU (JP); HIRATA KOJI (JP); SAKURAI SOICHI (JP)

Applicant(s): HITACHI LTD (JP)

Requested Patent: ☐ JP62278520

Application Number: US19860948251 19861231

Priority Number (s): JP19860121039 19860528

IPC Classification:

EC Classification: G02B3/04, G02B13/16, G02B13/18

Equivalents: JP2112800C, JP8020594B

Abstract

An improved lens system for a projection television is described. The lens system is designed to be used with a cathode ray tube having a face glass with an aspheric surface having phosphor elements mounted thereto. The aspheric surface of the face glass has its maximum radius at the optical axis and is of lesser radius outwardly thereof. From the screen, the lens system comprises a first aspheric lens of relatively weak power, a second biconvex lens of relatively high positive power, a third aspheric lens of weak positive power and a fourth lens having a concave face on its screen side and of relatively large negative power.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-278520

⑤ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和62年(1987)12月3日

G 02 B 13/16
9/34
9/60
13/18
H 04 N 5/74

8106-2H
7529-2H
7529-2H
8106-2H
A-7245-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

④ 発明の名称 投写形テレビ用光学装置

⑥ 特 願 昭61-121039

⑥ 出 願 昭61(1986)5月28日

⑦ 発 明 者 福 田 京 平 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研
究所内
⑦ 発 明 者 森 繁 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研
究所内
⑦ 発 明 者 平 田 浩 二 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研
究所内
⑦ 発 明 者 桜 井 宗 一 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研
究所内
⑦ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑦ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

投写形テレビ用光学装置

2. 特許請求の範囲

1. 投写管と、投写管に映写された映像を拡大する投写レンズを有し、投写レンズとして、投写管に最も近い位置に凹レンズが配置され、該凹レンズと投写管の間には、液体、ゲル、ガラス等の屈折率1.4以上の媒質が満たされた投写形テレビ用光学装置において、これに用いる投写管として、次の形状の蛍光面としたことを特徴とする投写形テレビ用光学装置。

蛍光面と上記凹レンズのスクリーン側面との距離を L としたとき、蛍光面の中心軸から r ($=L \cdot \tan(\sin^{-1} 1/15)$)だけ離れた位置での蛍光面の形状として、中心軸と直角な面となす角 r が、

$$r < \frac{L \tan(\sin^{-1} 1/15)}{250}$$

有効ラスタの最外部の中心からの距離を r_{max} としたとき、その位置での中心との軸方向の隔

りを ΔZ としたとき、

$$\Delta Z > \frac{r^2 \sin^2 \theta}{2 \times 500}$$

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、投写形テレビに係り、特にフォーカス性能、コントラスト性能を向上するのに好適な投写管を備えた投写形テレビ用光学装置に関する。
〔従来の技術〕

大画面で迫力ある映像を得たいという要求が強まるにつれ、投写形テレビの需要が急速に伸びつつある。しかしこの画質は直視型ブラウン管と比較したとき、まだ若干劣っている。特にフォーカス性能については、一層の改良が必要である。そのためには、特に投写レンズの改良が急務である。投写レンズとしては、コストが安く、また非球面化が容易で性能向上が期待できるという理由で、プラスチックレンズがかなり用いられている。特に U.S. PAT. 4348081 で示されているレンズは、構成枚数も少なく、 $F1.0$ という高輝度を実現している。しかし本レンズは軸上色収差がかなり残存し

ているという問題がある。投写形テレビは、赤、青、緑の各投写管に対してレンズを用いるため、色収差の影響が少ない。しかし実際のブラウン管では、緑色の単色であっても、その発光スペクトルは第2図に示すように、分布を持っている。そのためU.S. PAT 4348081で示すレンズは、この色収差のため、どうしてもフォーカス性能が劣化する。一般に色収差を除くには、屈折率及び分散の異なる凸レンズと凹レンズを組合わせて用いることが行われている。しかしこのような構成にするとレンズ枚数が増加し、プラスチックレンズの本来の長である低コスト化を達成できなくなる。

他の方法としては、焦点距離 f を短くすることが有効である。よく知られているように、色収差は焦点距離 f に比例する。プラスチックレンズの場合、非球面が実現できるということで球面収差は非常に小さい。そのため軸上、すなわちスクリーン中心部については、フォーカス性能は、殆んど色収差のみにより決まり、焦点距離 f が短縮できると、それに比例してフォーカス性能を改善

の形状を最適化する。④レンズ構成を以下に述べるものとし、またその形状を最適化することにより達成される。

一般に像面わん曲補正のためには、物体面、すなわち投写管蛍光面自体をわん曲することが有効である。

まず、この蛍光面の曲率半径をいろいろ変えて、レンズを最適設計した。この結果を第3図に示す。

設計条件は、蛍光面のラスタサイズを4.5インチ、スクリーンの大きさを45インチとした。すなわち倍率は10倍である。投写距離、すなわちレンズの先端からスクリーンまでの距離は700mmとした。面角にすると約40度であり、現在普通に用いられている例では25度～28度であるのに比較して非常に大きい。第3図で横軸は蛍光面の曲率半径、縦軸は、 $2pL/\pi$ のときのMTFを、全面角にわたっての平均を採った値である。

第3図から蛍光面の曲率半径としては、300R位が最良点であることがわかる。蛍光面形状としては、非球面とすることが、像面わん曲等の補正

できる。

しかし、このように焦点距離 f が短くなると、投写距離が短くなり、面角が大きくなり、周辺部で収差が発生し、像面わん曲、非点収差等が増大する。これらの収差の対策のためにU.S. PAT 4348081では、投写管の直前に凹レンズを用いている。しかし焦点距離 f が短くなり、面角が大きくなると、この構造では十分に補正が出来ない。〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術では色収差改善のために、焦点距離を短くしたとき、像面わん曲、非点収差等の補正について配慮がなされておらず、スクリーン上周辺部ではフォーカス性能が劣化するという問題があった。

本発明の目的は、これらの像面わん曲、非点収差を補正するためにブラウン管蛍光面形状、及びレンズを最適化し、フォーカス性能の秀れた投写形テレビ用光学装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、①投写管蛍光面を非球面化し、そ

に一層有効である。発明者はこの点に着眼し、表1に示す蛍光面形状及びレンズを考案した。この形状を表4図レンズデータを表1表に示す。MTF性能を表5図に示す。面角が40°と超広角でありながら非常に良好なMTF特性が得られていることがわかる。この例の蛍光面形状は、周辺部では300mmの曲率半径相等の落込み量となっているが、中心部の曲率は大きく、その半径は120mmとなっている。この例について試作した結果、次の問題があることがわかった。すなわち、スクリーン上に白のウインドウパターンを発生させたとき、三ヶ月上の像 B が発生する。この輝度はウインドウパターンの輝度の0.1%の明るさであるが、観視時の周囲を暗くしたときには、人間の目にも感じられる明るさであった。この発生のメカニズムを表7図を用いて説明する。蛍光体1はガラス2に付着しているが、これは光学的に密着しているわけではない。したがって $\pm 90^\circ$ 方向に拡散した光は、ガラス2内では $\pm \theta$ 方向に絞られる。 θ は、ガラスから真空へ光が進むときの臨界角であり、ガラ

第 1 表

		曲率半径	クラッ半径	面間隔	屈折率		
近 軸 系	スクリーン	∞	600	7010	1.0		
	第1 レンズ	S_1	929391	370	70487	1.4938	
	第2 レンズ	S_2	123690	355	165904	1.0	
	第3 レンズ	S_3	88300	340	173	1.62288	
	第4 レンズ	S_4	-101222	320	228588	1.0	
	第5 レンズ	S_5	1813277	340	8012	1.4938	
	第6 レンズ	S_6	-152796	340	176	1.0	
	第7 レンズ	S_7	-40234	345	30	1.5401	
	冷却液 ガラス	∞	600	42	1.41		
	蛍光面 P_1	-11963	600	138	1.5401		
非 球 面 係 数	CC		AD	AE	AF	AG	
	第1 レンズ	S_1	-63741	$\times 10^{-8}$ -1.7699	$\times 10^{-9}$ -3.4150	$\times 10^{-10}$ 2.5723	$\times 10^{-11}$ -5.3853
	第2 レンズ	S_2	0.2738	$\times 10^{-8}$ -1.8085	$\times 10^{-9}$ -2.5767	$\times 10^{-10}$ 2.6339	$\times 10^{-11}$ -2.7158
	第3 レンズ	S_3	-138085	$\times 10^{-8}$ 1.2057	$\times 10^{-9}$ -7.4569	$\times 10^{-10}$ -5.7472	$\times 10^{-11}$ 7.7158
	第4 レンズ	S_4	-1.8908	$\times 10^{-8}$ 4.8071	$\times 10^{-9}$ 1.2516	$\times 10^{-10}$ -1.4530	$\times 10^{-11}$ 1.5522
	蛍光面 P_1	-3.0554	$\times 10^{-9}$ 8.4038	$\times 10^{-10}$ 8.038	$\times 10^{-11}$ -6.4008	$\times 10^{-12}$ 6.4367	

*非球面係数は、面形状を次式で表現したときの係数である。

$$Z = \frac{r^2/R_0}{1 + \sqrt{1 - (1 + CC) \cdot r^2/R_0^2}} + AD \cdot r^4 + AE \cdot r^6 + AF \cdot r^8 + AG \cdot r^{10}$$

L は、蛍光面から凹レンズ先端までの距離である。すなわちこの不要な像の発生を止めるには、この点 r での蛍光面の形状が軸に垂直となればよい。蛍光面の傾き r と、この像の強度 B は、ウィンドパターンがある程度より大きいとき、

$$B \propto r$$

となる。また像の広がり Δ も r に比例する。すなわち像の明るさと広がり Δ は r^2 に比例する。実際には、スクリーン上に達するこのような迷光は、上記述べた原因で発生するもの以外にも、例えばレンズ間の表裏面での反射、鏡筒部での反射等いろいろな原因に基づくものがある。したがって上記迷光も完全に 0 とする必要はなく、実用上目立たなくなればよい。そのために、この r 、すなわち蛍光面の曲率半径 R_p をいろいろ変えて、ブラウン管及びレンズを試作した結果、 R_p が 250 以上であれば、一応実用に供することが判った。すなわち

$$r < \frac{r}{250} = \frac{L \tan(\sin^{-1} \frac{1}{N})}{250}$$

とする必要がある。

また、先程述べたように蛍光面の曲率半径は、

スの屈折率を N_0 としたとき、 $\theta = \sin^{-1} \frac{1}{N_0}$ で与えられる。蛍光面にわん曲があり、その法線が中心軸とのなす角が r であるとき、光は中心軸に対して、 $-(\theta+r) \sim +(\theta-r)$ の間に分布する。この光は各光学係数を進むが、それぞれ屈折率は 1.4~1.6 であるので、大体そのまま直進すると考えてよい。この光は凹レンズの出射面 3 まで達する。このとき光の大部分は、この界面で屈折し、空気側に出射する。しかし凹レンズ部の中心付近ではこの界面は、軸と直角な面となっているため、その臨界角 α は、凹レンズの屈折率を N_p としたとき、 $\sin^{-1} \frac{1}{N_p}$ となる。すなわち $N_p \approx N_0$ と考えれば、 $\theta \approx \alpha$ となり、角度 r の光束だけ、全反射し、蛍光面に戻る。蛍光面では光線は乱反射し、再びスクリーン側に向かう。このようにして、第 6 図で述べたように、スクリーン上に三ヶ月状の像が生じる。この不要な像は、蛍光面上の光源の位置 r が次式で与えられる位置にあるとき、この不要な像が発生する。

$$r = L \tan(\sin^{-1} \frac{1}{N})$$

$$N = N_0 \approx N_p$$

収差の点からは 450R 以上が望ましい。すなわち、第 4 図から、普通に用いられている蛍光面の曲率半径 ∞ のときの MTP は約 60 多であり、それに対して、 MTP として 5 多の差があれば、明らかな有意差となって表われる。すなわち蛍光面の曲率半径として、500R より小さくする必要がある。このように曲率を強くしたとき、最も改善できる収差は、蛍光面の最外周 ($r = r_{max}$) から出射したときの光である。したがって蛍光面の最外周での落込み量、すなわち中心と最外周の軸方向の偏差 ΔZ を

$$\Delta Z > \frac{r_{max}^2}{2 \times 500}$$

とすればよい。

(作用)

蛍光面の形状として、中心からの距離 r が $L \tan(\sin^{-1} \frac{1}{N})$ の位置では、その傾き r が、 $\frac{L \tan(\sin^{-1} \frac{1}{N})}{250}$ より小さくすることにより、蛍光面から出射した光が、凹レンズのスクリーン側面で全反射し、再び蛍光面に戻り、さらに蛍光面で反射し、スクリーンに到達する光が非常に少なくなる。この結果、

スクリーン上の面の黒レベルの浮きが少なくなり、コントラストの良好な画像を再現することができる。また有効画面の最外周位置 $r = r_{max}$ では、その中心に対する軸方向の偏位 ΔZ を、 $\Delta Z > \frac{r_{max}^2}{2 \times 500}$ とすることにより、レンズで発生する像面わん曲を少なくでき、収差を低減でき、ハイフォーカスな面質を実現できる。

〔実施例〕

以下、本発明を、第1図に示す実施例を用いて詳細に説明する。また、そのレンズのデータを第2表に示す。 L_1, L_2, L_3, L_4 はレンズ、 P_1 は投写管蛍光面を示している。レンズデータ及び蛍光面形状を第2表に示す。本例は投写管上4.5インチのラスタを10倍、すなわち45インチに拡大したときの値である。

本実施例の投写管蛍光面の中心近くの曲率半径は500" となっている。したがって蛍光面位置 $r = L \tan(\sin^{-1} \frac{1}{15}) \approx 17.6 \times \tan(\sin^{-1} \frac{1}{15}) = 15.7$ での傾きは、 0.03 rad となり、 $r = \frac{L \tan(\sin^{-1} \frac{1}{15})}{250} = 0.06 \text{ rad}$ より少なくなっている。その結果、スクリーン上

く、また高温に耐えられるため、信頼性の点で有利である。またプラスチックレンズを用いた場合には、非球面形状とすることが容易であり、収差低減には好都合である。本実施例では、収差低減には比較的不利であるガラスレンズの場合について示した。本構成レンズにおいて、プラスチックレンズ L_1 及び L_2 は、薄肉となっており成形しやすい形状となっている。しかし非球面度は非常に強くなっている。すなわち成形で製作するという、プラスチックレンズの利害得失を十分考慮したレンズとなっている。ガラスレンズは、プラスチックレンズに比べて、温度等の外界の影響を受けにくい。またパワーレンズの焦点距離が温度等によって変化したときには、そのまま全系の焦点距離が変動する。凹レンズは、投写管の直前に配置されるため、温度が上昇する。場合によっては100℃近くまで上昇することもあり、プラスチックレンズではいろいろな問題が生じる。本発明では、このような理由により、パワーレンズと凹レンズはガラスで構成している。従来、このレンズタイプ

において、先に述べた不要光が殆んど認められず、ハイコントラストな画像を再現することができた。また蛍光面有効ラスタ4.5インチの最外周での、中心に対する軸方向の偏位 ΔZ は、5.2" であり、 $\Delta Z = \frac{r_{max}^2}{2 \times 500} = 3.4$ よりも大きくなっており、レンズ系のフォーカス性能を向上することができる。以下この結果について説明する。本レンズは第1図に示す構成となっており、スクリーン側から順に、球面収差補正のための非球面形状のプラスチックレンズ L_1 、全系のパワーの大部分を占める凸レンズ L_2 、またこの凸レンズは、温度変化によるフォーカス劣化を低減するために、ガラスで構成する。さらに、非点収差、及びコマ収差補正のためにパワーの弱い薄肉の非球面プラスチックレンズ L_3 、また液冷構造を簡略化するために凹メニスカスレンズ L_4 で構成している。レンズ L_4 はガラスレンズであってもプラスチックレンズであってもよい。レンズ L_2 と投写管の間は冷却のために、冷却液4を満たす構成となっているため、 L_2 としてガラスレンズを用いた方が、液のしみ出しが少な

第2表

		曲率半径	クラブ半径	面間隔	屈折率		
近軸系	スクリーン	∞	600	7010	10		
	第1レンズ	S_1	820748	400	7049	14935	
		S_2	102395	347	18754	10	
	第2レンズ	S_1	72846	340	183	159096	
		S_2	-115364	309	22778	10	
	第3レンズ	S_1	918544	345	6012	14935	
		S_2	-124824	345	26709	10	
	第4レンズ	S_1	-40485	354	30	151827	
		S_2	-1200	500	1939	141	
	冷却液	∞	600	127	15401		
ガラス	-5000	600					
蛍光面 P_1							
非球面係数			CC	AD	AE	AF	AG
	第1レンズ	S_1	-295877	-13965 $\times 10^{-3}$	-32955 $\times 10^{-3}$	24863 $\times 10^{-3}$	-54410 $\times 10^{-3}$
		S_2	0961337	-12618 $\times 10^{-3}$	-30485 $\times 10^{-3}$	30558 $\times 10^{-3}$	-74994 $\times 10^{-3}$
	第3レンズ	S_1	-398583	1541 $\times 10^{-3}$	-27468 $\times 10^{-3}$	3620 $\times 10^{-3}$	-14381 $\times 10^{-3}$
		S_2	-53883	5305 $\times 10^{-3}$	12750 $\times 10^{-3}$	28164 $\times 10^{-3}$	-27807 $\times 10^{-3}$
	蛍光面 P_1	0	-12329 $\times 10^{-3}$	58393 $\times 10^{-3}$	-97263 $\times 10^{-3}$	45157 $\times 10^{-3}$	

では、凹レンズは非球面とする必要があったが、先に述べたような蛍光面形状とすることによって良好なフォーカス特性を得ることができた。 MTP 特性を第8図に示す。この MTP は蛍光体の波長分布を第2図のものとしたときの値である。 F ナンバーが1.0、面角が40度でありながら、非常に良好な MTP 特性を示している。

〔発明の効果〕

以上述べたように本発明は、焦点距離を短かくすることにより、スクリーンの中心部のフォーカス改善、投写管蛍光面形状を最適化することにより、周辺部のフォーカス改善、また不要な反射光を低減し、コントラストの改善を達成することができる。また、画角を増大し、投写距離を短縮した結果、セットの高さ、奥ゆきを低減できる。またレンズの長さ、口径も小さくでき、コストを安くすることができる。ちなみに従来普通に用いられているレンズの口径は $\phi 120$ 位であるのに対し、本発明では $\phi 82$ と格段に小型化されている。

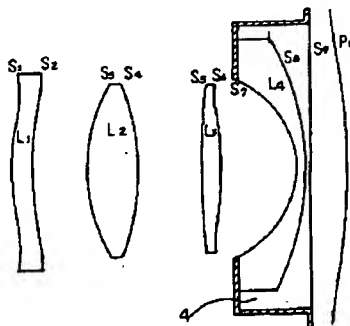
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る光学装置の縦断面図、第2図は蛍光体発光スペクトルの一例を示す特性図、第3図は蛍光面の曲率半径と MTP の関係を示す特性図、第4図は従来の光学装置の断面図、第5図は相対面角と MTP の関係を示す特性図、第6図は反射による不要光のスクリーン上の像を示す模式図、第7図は不要光発生メカニズムを示す図、第8図は本発明の一実施例における MTP 特性図である。

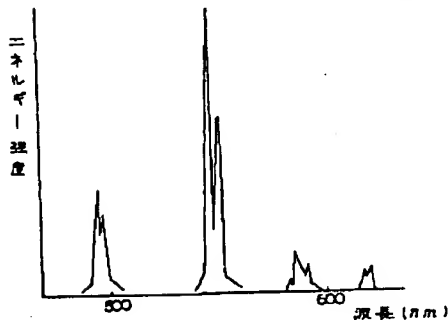
- 1…投写管蛍光面
- 2…投写管前面ガラス
- 3…凹レンズのスクリーン側面

代理人 弁理士 小川 勝 男

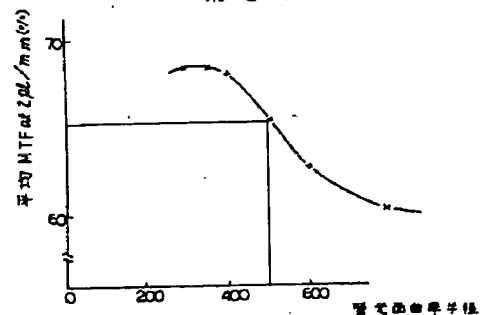
第 1 図



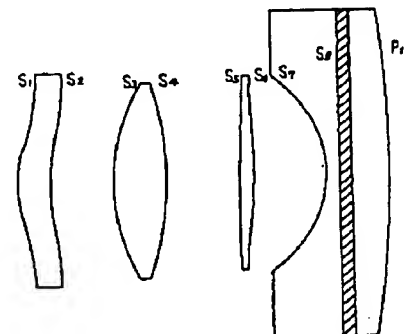
第 2 図



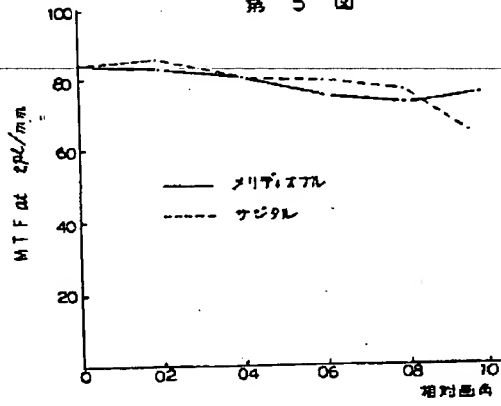
第 3 図



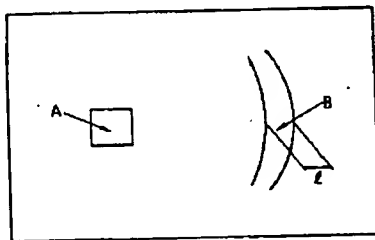
第 4 図



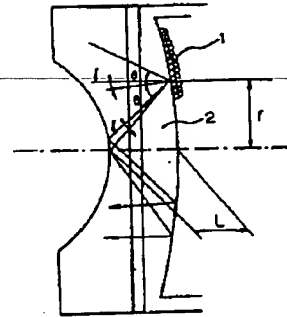
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

